

EP 04/08418



REC'D 01 OCT 2004	
WIPO	PCT

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 35 421.2  
**Anmeldetag:** 02. August 2003  
**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zur Steuerung eines Fährantriebs  
eines Hybridfahrzeugs  
**IPC:** B 60 K 41/28

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. August 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**Werner**

DaimlerChrysler AG

Dr. Fischer

30.07.2003

5

Verfahren zur Steuerung eines Fahrtriebs eines  
Hybridfahrzeugs

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Fahrtriebs eines Kraftfahrzeugs mit einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor (Hybridfahrzeug), und insbesondere ein Verfahren zur Steuerung eines Fahrtriebs eines Hybridfahrzeugs, bei dem die Eingangswelle oder die Ausgangswelle des Hauptgetriebes mit dem Elektromotor über ein Zwischengetriebe mit wenigstens zwei Übersetzungsstufen verbunden ist.

20

Ein Hybridfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor, bei dem die Eingangswelle des Hauptgetriebes mit dem Elektromotor über ein Zwischengetriebe mit wenigstens zwei Übersetzungsstufen verbunden ist, ist zum Beispiel aus der DE 198 42 496 A1 bekannt. Durch das Zwischengetriebe (bzw. Vorschaltgetriebe) des Elektromotors mit wenigstens zwei Übersetzungsstufen ist es möglich, dass der Elektromotor in jedem Betriebsbereich des Hybridfahrzeugs optimal arbeiten kann. Insbesondere wird vorgeschlagen, bei einem Rückschaltvorgang des Hauptgetriebes im Falle eines starken Beschleunigungswunsches die Übersetzung des Zwischengetriebes zu erhöhen.

30

Des weiteren ist eine Vielzahl von Druckschriften bekannt, die ein Hybridfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor offenbaren, bei dem das Zwischengetriebe zwischen dem Elektromotor und der Eingangswelle des Hauptgetriebes nur eine Übersetzungsstufe aufweist. Für diesen Fall werden verschiedene Steuersysteme vorgeschlagen, um einen möglichst sanften Gangwechsel und/oder ein möglichst weiches Umschalten

35

zwischen dem Fahrtrieb durch den Elektromotor und dem Fahrtrieb durch die Brennkraftmaschine zu erzielen. Bei den meisten Verfahren wird hierzu darauf geachtet, dass ein Umschalten des Elektromotors oder der Brennkraftmaschine zu dem jeweils anderen Antrieb erst nach Erreichen einer Synchronisierung der Drehzahlen von Elektromotor und Brennkraftmaschine erfolgt und/oder dass während eines Schaltvorgangs des Hauptgetriebes die Drehzahl der Eingangswelle des Hauptgetriebes durch den Elektromotor geregelt bzw. synchronisiert wird.

10

Es wird an dieser Stelle beispielhaft auf die Druckschriften DE 44 22 554 C1, DE 195 30 231 A1, DE 195 30 233 A1, DE 100 08 344 A1, DE 102 24 189 A1, EP 1 090 792 A2, EP 1 104 712 A2, EP 1 236 603 A2, US 6,342,027 B1 und US 2002/0170758 A1 verwiesen.

15

Der vorliegenden Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung eines Fahrtriebs eines Hybridfahrzeugs, bei dem die Eingangswelle oder die Ausgangswelle des Hauptgetriebes mit dem Elektromotor über ein Zwischengetriebe mit wenigstens zwei Übersetzungsstufen verbunden ist, bereitzustellen, das einen komfortablen Wechsel der Übersetzungsstufen des Zwischengetriebes des Elektromotors ermöglicht.

20

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Steuerung eines Fahrtriebs eines Kraftfahrzeugs mit einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

30

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zum Beschleunigen des Kraftfahrzeugs aus dem Stillstand der Fahrtrieb zunächst allein durch den Elektromotor erfolgt, wobei sich das Zwischengetriebe in seiner niedrigsten Übersetzungsstufe befindet, und dann vor einem Schaltvorgang des Zwischengetriebes der Fahrtrieb durch die Brennkraftmaschine übernommen wird.

35

Bei diesem Verfahren ist gewährleistet, dass vor einem Wechsel zu einer höheren Übersetzungsstufe des Zwischengetriebes des Elektromotors stets die Brennkraftmaschine die Antriebsfunktion des Hauptgetriebes zumindest teilweise übernommen hat, sodass  
5 ein weiches und damit für den Fahrer komfortables Umschalten der Übersetzungsstufen des Zwischengetriebes erreicht wird. Eine Zugkraftunterbrechung während eines Schaltvorgangs des Zwischengetriebes wird damit zuverlässig verhindert.

10 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Zwischengetriebe des Elektromotors als Klauen-Schaltgetriebe ausgebildet. Dies hat den Vorteil, mit einem relativ einfachen Schaltgetriebe für den Elektromotor auszukommen, indem während der Schaltpause des Zwischengetriebes die Brennkraftmaschine  
15 das Antriebsmoment für den Fahrtrieb übernimmt.

In einer Ausgestaltung der Erfindung wird der Fahrtrieb vor einem Schaltvorgang des Zwischengetriebes nach und nach durch die Brennkraftmaschine übernommen, wobei das durch die Brenn-  
20 kraftmaschine zugeführte Antriebsmoment in gleichem Maße erhöht wird wie das durch den Elektromotor zugeführte Antriebsmoment reduziert wird.

25 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Übernahme des Fahrtriebs durch die Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von einem erkennbaren Beschleunigungswunsch des Kraftfahrzeugs. Der Beschleunigungswunsch des Kraftfahrzeugs ist hierbei zum Beispiel aus der Gaspedalstellung und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit erkennbar.

30

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden ein Zwischenentladen eines mit dem Elektromotor verbundenen Energiespeichers, ein Rekuperationsbetrieb des Elektromotors, ein Boosterbetrieb des Elektromotors und dergleichen nur in  
35 mindestens der zweiten Übersetzungsstufe des Zwischengetriebes durchgeführt. Hierdurch kann der Elektromotor relativ klein ausgelegt und einfach gestaltet werden.

Gegebenenfalls kann das Beschleunigen des Kraftfahrzeugs aus dem Stillstand auch durch den Fahrtrieb allein durch die Brennkraftmaschine erfolgen, falls zum Beispiel der mit dem  
5 Elektromotor verbundene Energiespeicher zu stark entladen, zu kalt oder überhitzt ist.

Obige sowie weitere Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich aus der Beschreibung sowie den Zeichnungen. Verschiedene  
10 konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Antriebsstrangs  
15 eines Kraftfahrzeugs mit einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor, bei dem das Steuerverfahren gemäß der Erfindung anwendbar ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines alternativen  
20 Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs mit einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor, bei dem das Steuerverfahren gemäß der Erfindung anwendbar ist; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer Aus-  
25 führungsform des Zwischengetriebes des Antriebsstrangs von Figuren 1 und 2.

In Figur 1 ist schematisch ein Teil eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Mit dem Bezugszeichen 10 ist eine  
30 Brennkraftmaschine bezeichnet, deren Ausgangsmoment über eine Hauptkupplung 12 einer Eingangswelle 14 eines Hauptgetriebes 16 mit mehreren Übersetzungsstufen bzw. Gängen zugeführt wird. Eine Ausgangswelle 18 des Hauptgetriebes 16 ist mit einer  
Antriebswelle 19 des Kraftfahrzeugs verbunden. Das Ausgangs-  
35 moment und die Ausgangsdrehzahl der Brennkraftmaschine 10, die Hauptkupplung 12 und die Übersetzungsstufen bzw. Gänge des Hauptgetriebes 16 werden über ein Steuergerät 20 gesteuert.

Mit der Ausgangswelle 18 des Hauptgetriebes 16 ist ferner über ein Zwischengetriebe 22 ein als Startergenerator ausgebildeter Elektromotor 24 verbunden. Dieses Zwischengetriebe 22 weist  
5 zwei (oder mehr) Übersetzungsstufen bzw. Gänge auf. In einer Ausführungsform ist das Zwischengetriebe 22 ein unsynchronisiertes Klauen-Schaltgetriebe, wie es beispielhaft in Figur 3 dargestellt ist.

10 Die in Figur 2 dargestellte Variante eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs unterscheidet sich von der Ausführungsform von Figur 1 dadurch, dass das Zwischengetriebe 22 des Elektromotors 24 mit der Eingangswelle 14 des Hauptgetriebes 16 gekoppelt ist. Auch dieses Zwischengetriebe 22 ist vorzugsweise  
15 ein unsynchronisiertes Klauen-Schaltgetriebe mit mindestens zwei Übersetzungsstufen, wie in Figur 3 dargestellt und nachfolgend erläutert. Die übrigen Komponenten des Antriebsstrangs von Figur 2 entsprechen denjenigen des in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiels und sind mit den gleichen Bezugsziffern  
20 gekennzeichnet.

Das in Figur 3 veranschaulichte Ausführungsbeispiel eines Zwischengetriebes 22 besteht aus einem mit dem Elektromotor 24 verbundenen Stufenplanetengetriebe 26, welches mit einem ersten  
25 Klauenrad 28 für den ersten Gang und einem zweiten Klauenrad 30 für den zweiten Gang gekoppelt ist, welche koaxial zu der Ausgangswelle 18 bzw. der Eingangswelle 14 des Hauptgetriebes 16 bzw. einer mit dieser verbundenen Antriebswelle angeordnet sind. In axialer Richtung zwischen dem ersten und dem zweiten  
30 Klauenrad 28, 30 ist ein Mitnehmerrad 32 vorgesehen, welches drehfest mit der Eingangs- bzw. der Ausgangswelle 14, 18 verbunden ist. Dieses Mitnehmerrad 32 ist mittels einer durch das Steuergerät 20 ansteuerbaren Schaltmuffe bzw. Schaltgabel 34 in  
35 axialer Richtung zwischen einer ersten Eingriffsstellung mit dem ersten Klauenrad 28, einer zweiten Eingriffsstellung mit dem zweiten Klauenrad 30 und einer mittigen Leerlaufstellung,

in der das Mitnehmerrad 32 weder mit dem ersten Klauenrad noch mit dem zweiten Klauenrad in Eingriff steht, verschiebbar.

Die Funktionsweise dieses anhand der Figuren 1 bis 3 erläuterten Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs ist wie folgt.

Im Normalbetriebsfall, d.h. wenn der mit dem Elektromotor 24 gekoppelte Energiespeicher ausreichend geladen ist und auch weder zu kalt oder überhitzt ist, wird das Kraftfahrzeug aus dem Stillstand zunächst ausschließlich mittels des Elektromotors 24 angetrieben, wobei das Steuergerät 20 das Zwischengetriebe 22 in der niedrigsten Übersetzungsstufe (1. Gang) ansteuert.

Je nach Beschleunigungswunsch, der zum Beispiel anhand der Gaspedalstellung und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit erkennbar ist, wird dann vor einem Schaltvorgang des Zwischengetriebes 22 in die nächste Übersetzungsstufe (2. Gang) die Brennkraftmaschine 10 gestartet und über die Hauptkupplung 12 möglichst ruckfrei der Eingangswelle 14 des Hauptgetriebes 16 zugeschaltet. Dieses Zuschalten der Brennkraftmaschine 10 geschieht in der Weise, dass das von der Brennkraftmaschine 10 nach und nach in die Eingangswelle 14 eingebrachte Antriebsmoment in gleichem Maße erhöht wird wie das durch den Elektromotor 24 der Ausgangswelle 18 bzw. der Eingangswelle 14 zugeführte Antriebsmoment reduziert wird, bis der Elektromotor 24 antriebslos mitdreht. Für das erfindungsgemäße Verfahren ist es dabei unerheblich, ob das Zuschalten des Antriebsmoments der Brennkraftmaschine mit schleifender Hauptkupplung 12 ohne Synchronisierung der Antriebsdrehzahl der Brennkraftmaschine 10 oder mit einem Schließen der Hauptkupplung 12 erst nach zuvor erfolgter Synchronisierung der Antriebsdrehzahl durchgeführt wird.

Durch dieses Verfahren wird ein Umschaltruck des Zwischengetriebes 22 des Elektromotors 24 von der ersten in eine höhere Übersetzungsstufe vermieden, da zwischen der ersten und der zweiten Übersetzungsstufe die Brennkraftmaschine 10 die Vor-

triebsfunktion des Hauptgetriebes 16 übernimmt, sodass ein weiches und komfortables Umschalten des Zwischengetriebes 22 ohne Zugkraftunterbrechung ermöglicht wird, welches von den Fahrzeuginsassen praktisch nicht wahrgenommen wird.

5

Sobald die Brennkraftmaschine 10 die Antriebsaufgabe des Hauptgetriebes 16 übernommen hat, dient der Elektromotor 24 dann im wesentlichen der Aufnahme von Bremsenergie (Re-

10

verbundene Energiespeicher einen vorgegebenen Ladungszustand überschreitet, nimmt der Elektromotor 24 zu Entladungszwecken wieder an der Vortriebsleistung teil, um wieder genügend Pufferkapazität im Energiespeicher zu schaffen. Gemäß der

15

Erfindung erfolgt die Aufgabe der Rekuperationsbetrieb des Elektromotors 24, das Zwischenentladen des Energiespeichers, ein Boosterbetrieb des Elektromotors 24 und dergleichen aber erst in einer zweiten (oder gegebenenfalls höheren) Über-

20

setzungsstufe des Zwischengetriebes 22. Dies hat den Vorteil, dass der Elektromotor 24 relativ klein ausgelegt werden kann und nicht zu viele widersprüchliche Auslegungskriterien

erfüllen muss. Außerdem kann das Zwischengetriebe 22, wie oben beschrieben, relativ einfach konstruiert werden, weil es nur eine über Klauenräder 28, 30 schaltbare Gangwechseleinrichtung

25

besitzt, die über eine Schaltgabel 34 betätigt wird. Der Synchronlauf des Elektromotors 24 vor dem Zuschalten der Klauenräder 28, 30 des Zwischengetriebes 22 kann von dem Elektromotor 24 selbst bewerkstelligt werden.

Bei höheren Fahrgeschwindigkeiten wird der Elektromotor 24 üblicherweise abgekuppelt und stromlos geschaltet, um Schleppverluste zu vermeiden.

35

Während die obigen Ausführungen für den Normalbetriebsfall des Kraftfahrzeugs gelten, kann im Störfall oder in besonderen Betriebsbereichen des Kraftfahrzeugs, wenn zum Beispiel der mit dem Elektromotor 24 verbundene Energiespeicher für einen rein elektrischen Anfahrvorgang zu stark entladen ist oder zu kalt



oder überhitzt ist, die Brennkraftmaschine gegebenenfalls den Anfahrvorgang des Kraftfahrzeugs von Beginn an allein übernehmen.

- 5 Zur weiteren Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung des Hybridfahrzeugs wird nachfolgend ein spezielles Auslegungsbeispiel näher beschrieben.

10 Bei einem typischen Mittelklassefahrzeug mit einem Gewicht von beispielsweise 1.500 kg kann ein Elektromotor 24 mit einer Leistung von 20 kW eingesetzt werden. Die maximale Fahrzeuggeschwindigkeit für das Zwischengetriebe 22 des Elektromotors 24 beträgt in der Ausführungsform von Figur 1 im ersten Gang zum Beispiel 35 km/h und im zweiten Gang zum Beispiel 130 km/h, 15 während die maximale Fahrzeuggeschwindigkeit zum Beispiel 220 km/h betragen kann. Bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von über 130 km/h wird das Zwischengetriebe 22 demgemäß in Leerlaufstellung gesteuert.

- 20 Wenn die Auslegungsdrehzahl des Elektromotors 24 im ersten Gang und im zweiten Gang des Zwischengetriebes 22 jeweils 10.000 U/min betragen soll, so ergibt sich bei einer Auslegungsdrehzahl der Eingangswelle 14 des Hauptgetriebes 16 für die maximale Fahrzeuggeschwindigkeit von 7.000 U/min im ersten Gang 25 des Zwischengetriebes 22 eine Übersetzung von 8,98, während sich im zweiten Gang des Zwischengetriebes eine Übersetzung von 2,42 ergibt.

- 30 Gemäß dem oben beschriebenen Verfahren der Erfindung wird die Brennkraftmaschine bei einem solchen Hybridfahrzeug bei einer normalen Beschleunigung des Kraftfahrzeugs aus dem Stillstand zum Beispiel nach etwa 1.6 sec zugeschaltet. Bei einem zügigeren Beschleunigungsvorgang kann dagegen die Zuschaltung der Brennkraftmaschine 10 auch schon nach etwa 0,8 sec 35 folgen; und bei einer sehr scharfen Beschleunigung des Kraftfahrzeugs aus dem Stillstand kann die Brennkraftmaschine auch sogar sofort zugeschaltet werden.

DaimlerChrysler AG

Dr. Fischer

30.07.2003

5

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zur Steuerung eines Fahrtriebs (16) eines Kraftfahrzeugs mit einer Brennkraftmaschine (10) und einem Elektromotor (24), wobei ein Hauptgetriebe (16) eine Ausgangswelle (18), die mit einer Antriebswelle (19) des Kraftfahrzeugs verbunden ist, und eine Eingangswelle (14),  
15 die mit der Brennkraftmaschine (10) verbunden ist, aufweist, und wobei der Elektromotor (24) über ein Zwischengetriebe (22) mit wenigstens zwei Übersetzungsstufen mit der Eingangswelle (14) oder der Ausgangswelle (18) des Hauptgetriebes (16) gekoppelt ist,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass zum Beschleunigen des Kraftfahrzeugs aus dem Stillstand der Fahrtrieb zunächst allein durch den Elektromotor (24) erfolgt, wobei sich das Zwischengetriebe (22) in seiner niedrigsten Übersetzungsstufe befindet, und dann vor einem Schaltvorgang des Zwischengetriebes (22) der Fahrtrieb durch die Brennkraftmaschine (10) übernommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
30 dass das Zwischengetriebe (22) ein Klauen-Schaltgetriebe ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
35 dass der Fahrtrieb vor einem Schaltvorgang des Zwischengetriebes (22) nach und nach durch die Brennkraftmaschine (10) übernommen wird, wobei das durch die Brennkraft-

maschine (10) zugeführte Antriebsmoment in gleichem Maße erhöht wird wie das durch den Elektromotor (24) zugeführte Antriebsmoment reduziert wird.

- 5    4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Übernahme des Fahrtriebs durch die Brennkraft-  
maschine (10) in Abhängigkeit von einem erkennbaren  
Beschleunigungswunsch des Kraftfahrzeugs erfolgt.
- 10
5. Verfahren nach Anspruch 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der Beschleunigungswunsch des Kraftfahrzeugs aus der  
Gaspedalstellung und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit er-  
15    kennbar ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass ein Zwischenentladen eines mit dem Elektromotor (24)  
verbundenen Energiespeichers, ein Rekuperationsbetrieb des  
20    Elektromotors (24), ein Boosterbetrieb des Elektromotors  
(24) und dergleichen nur in mindestens der zweiten Über-  
setzungsstufe des Zwischengetriebes (22) durchgeführt  
werden.
- 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass das Beschleunigen des Kraftfahrzeugs aus dem Still-  
stand gegebenenfalls auch durch den Fahrtrieb allein  
30    durch die Brennkraftmaschine (10) erfolgen kann.

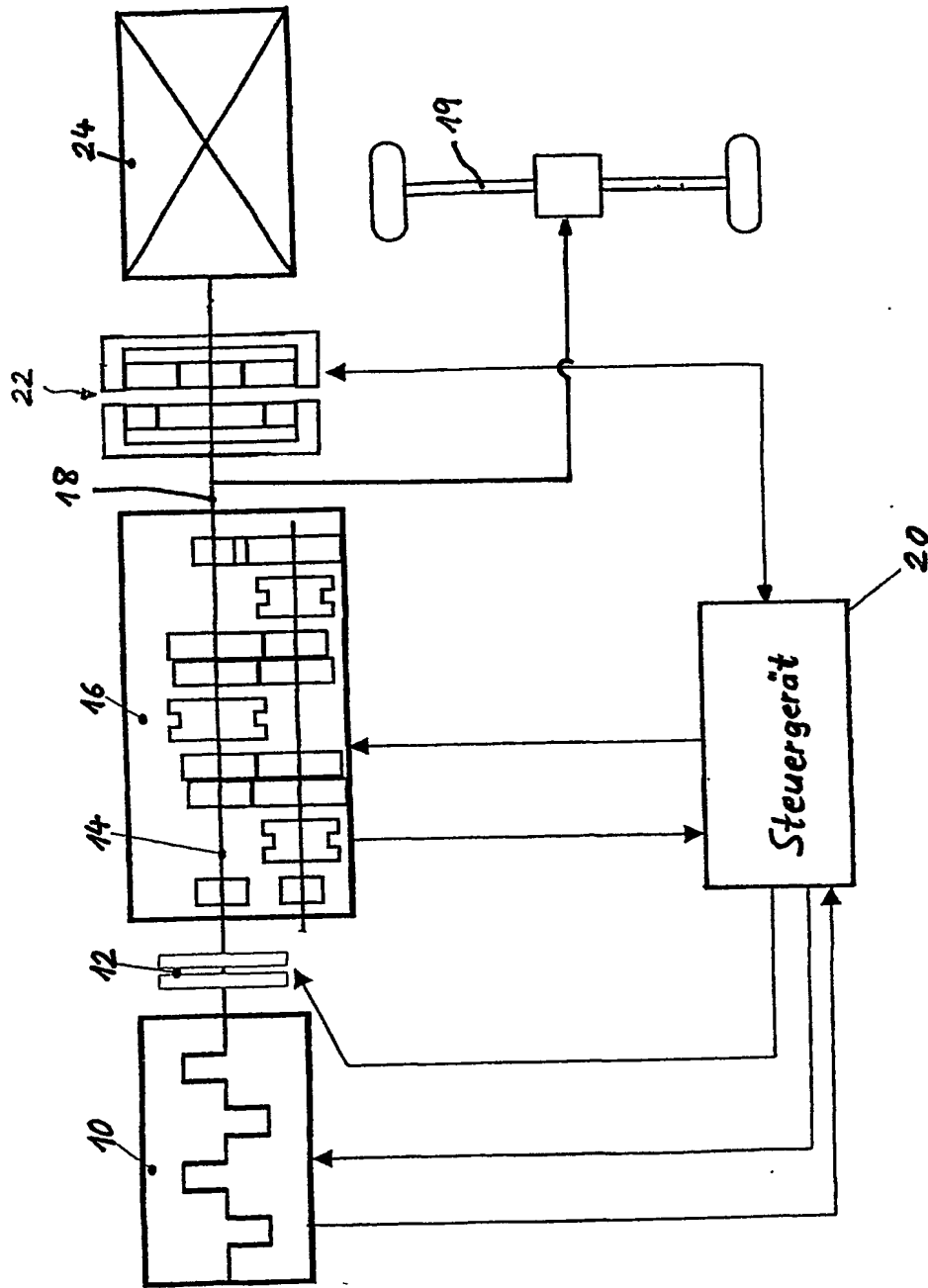


FIG. 1

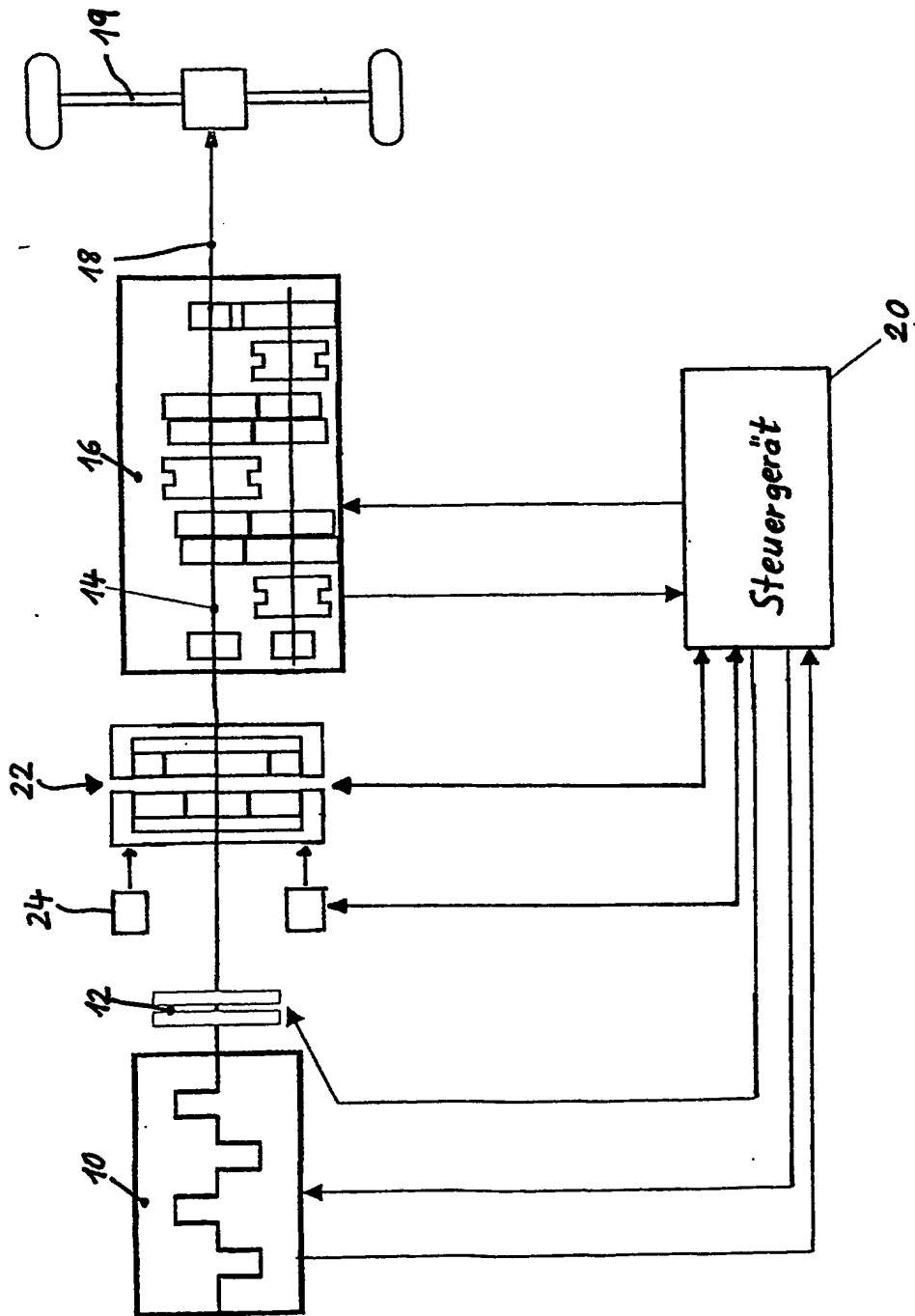


FIG. 2

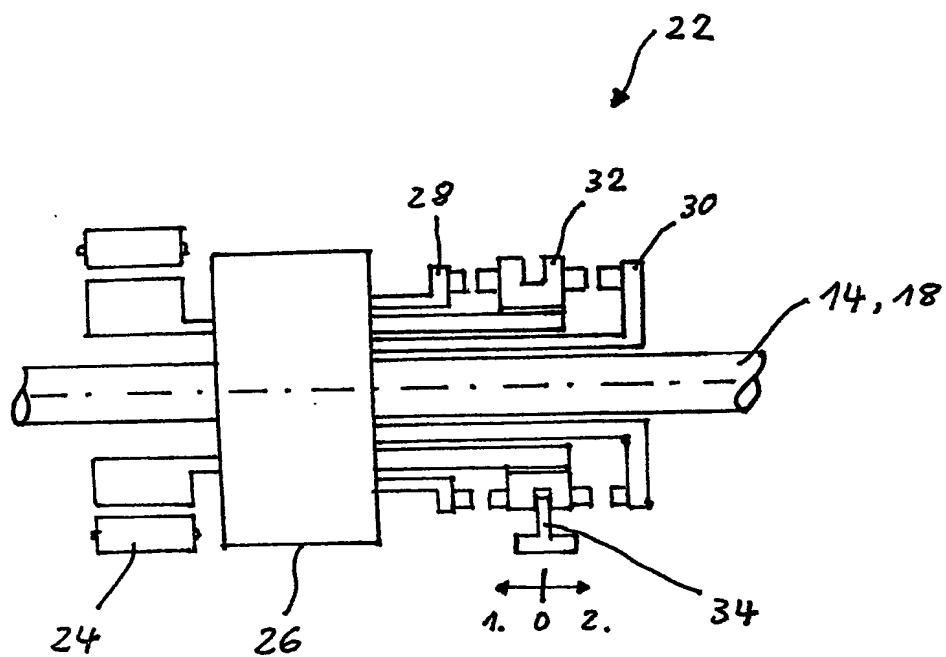


FIG. 3

DaimlerChrysler AG

Dr. Fischer

30.07.2003

5

Zusammenfassung

1. Verfahren zur Steuerung eines Fahrtriebs eines Hybridfahrzeugs.

10 2.1. Es wird ein Verfahren zur Steuerung eines Fahrtriebs  
eines Kraftfahrzeugs mit einer Brennkraftmaschine (10) und  
einem Elektromotor (24) vorgeschlagen, wobei ein Haupt-  
getriebe (16) eine Ausgangswelle (18), die mit einer  
Antriebswelle (19) des Kraftfahrzeugs verbunden ist, und  
15 eine Eingangswelle (14), die mit der Brennkraftmaschine  
(10) verbunden ist, aufweist, und wobei der Elektromotor  
(24) über ein Zwischengetriebe (22) mit wenigstens zwei  
Übersetzungsstufen mit der Eingangswelle (14) oder der  
Ausgangswelle (16) des Hauptgetriebes (16) gekoppelt ist.

20

2.2. Erfindungsgemäß wird zum Beschleunigen des Kraftfahrzeugs  
aus dem Stillstand das Fahrzeug zunächst allein durch den  
Elektromotor (24) angetrieben, wobei sich das Zwischen-  
getriebe (22) in seiner niedrigsten Übersetzungsstufe  
befindet, und dann wird vor einem Schaltvorgang des  
Zwischengetriebes der Fahrtrieb durch die Brennkraft-  
maschine (10) übernommen. Das Zwischengetriebe (22) ist  
hierbei vorzugsweise ein Klauen-Schaltgetriebe.

30 2.3. Anwendung in Kraftfahrzeugen, insbesondere Personen-  
kraftwagen.

3. Figur 1.

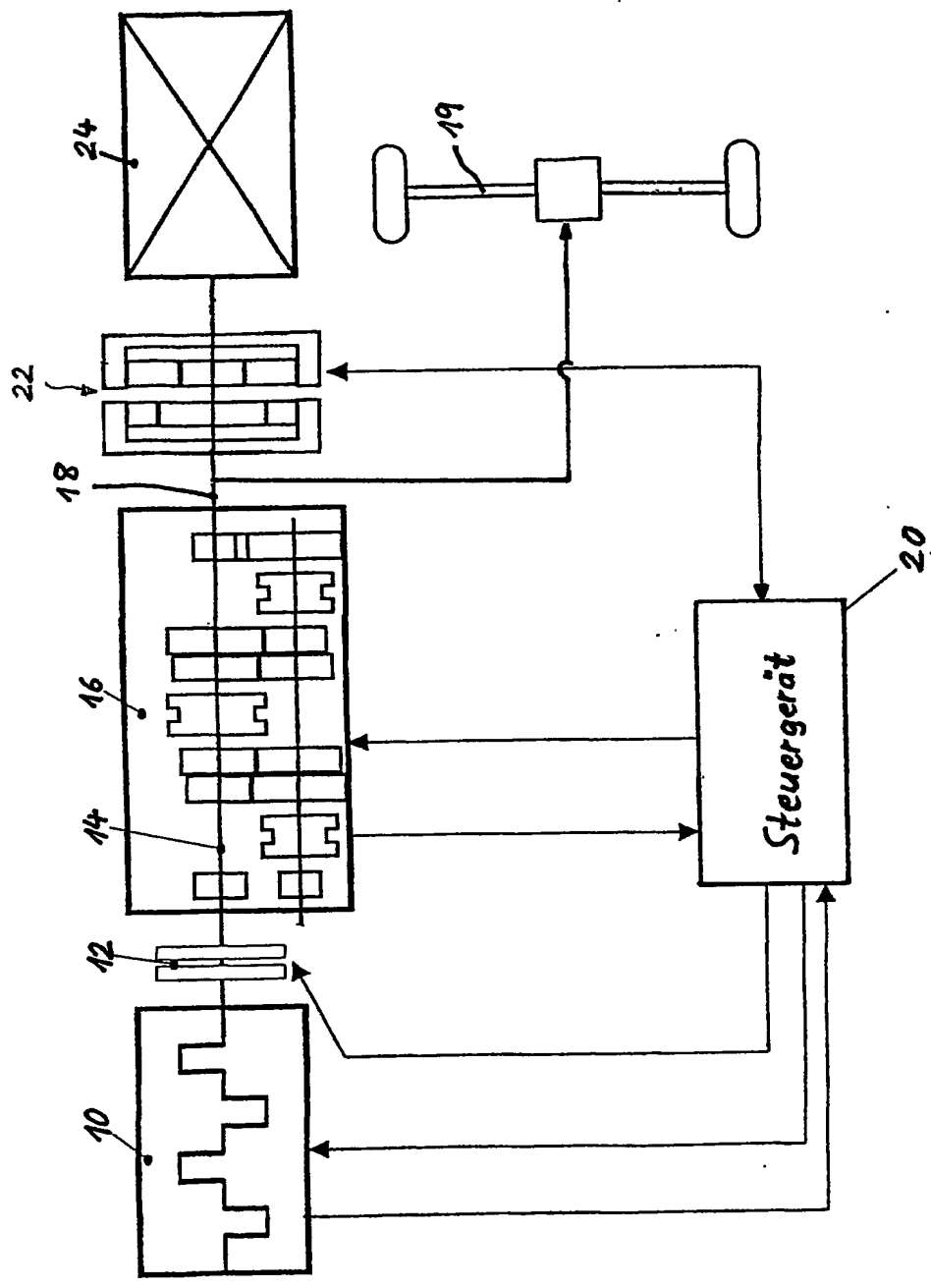


FIG. 1